

بررسی اثر پلی‌اکریل‌آمید بر رواناب، فرسایش خاک و نفوذ آب در اراضی شیب‌دار با استفاده از شبیه‌ساز باران

پیمان افراسیاب، محمدمهدی چاری^{1*}، حسین هاشم‌زاده وندی

عضو هیئت علمی گروه آب دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک، گروه مهندسی آب؛

p_afrasiab@yahoo.com

عضو هیئت علمی گروه آب دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک، گروه مهندسی آب؛

mahdi_2572@yahoo.com

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه زابل؛

hossein_h123@yahoo.com

چکیده

پلی‌اکریل‌آمید (PAM) یک ماده افزودنی به خاک است که باعث افزایش جذب آب و مواد غذایی در خاک می‌شود و به رشد مطلوب گیاه، کاهش اتلاف آب و کاهش هزینه‌های آبیاری کمک می‌نماید. در این تحقیق تاثیر مقادیر مختلف پلی‌اکریل‌آمید با دو آبیاری متوالی در کنترل رواناب، فرسایش و نفوذ پذیری در اراضی شیب‌دار مورد ارزیابی قرار گرفت. پلی‌اکریل‌آمید با غلظت‌های 0، 3، 6 و 9 گرم در کیلوگرم در خاکی با بافت لومی رسی مخلوط شده و با دستگاه شبیه‌ساز آبیاری گردید. این مطالعه در سه شیب 2/5، 5 و 10 درصد صورت گرفت. نتیجه حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت پلی‌اکریل‌آمید در شیب‌های مختلف، رواناب و فرسایش خاک کاهش می‌یابد و این کاهش رواناب و فرسایش خاک در آبیاری دوم بمراتب بیشتر از آبیاری اول است. در شیب 5 درصد بیشترین کاهش رواناب در آبیاری دوم مربوط به غلظت 6 و 9 گرم در کیلوگرم بمیزان 74 درصد می‌باشد. در آبیاری اول و دوم بیشترین کاهش فرسایش در غلظت 9 گرم در کیلوگرم صورت گرفته که مقدار آن‌ها بترتیب 63/6 و 84/3 درصد نسبت به تیمار شاهد مشاهده شده است. سرعت نفوذ نهایی آب به خاک با افزایش غلظت پلی‌اکریل‌آمید در هر دو آبیاری افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: رواناب، فرسایش خاک، پلی‌اکریل‌آمید، شبیه‌ساز باران

1. آدرس نویسنده مسؤول: سیستان و بلوچستان، زابل، دانشگاه زابل، گروه مهندسی آب، کدپستی: 9861663437

* دریافت: اردیبهشت، 1391 و پذیرش: اردیبهشت، 1392

مقدمه

ماده با خاک سطحی تاثیر مثبتی در کاهش رواناب و فرسایش خاک دارد و نیازی به استفاده از آن در هر فصل کشت یا هر سال نمی باشد.

اسمیت و همکاران (1990) و لوین و همکاران (1991) بیان کردند با افزایش انرژی قطره آب، رواناب و فرسایش خاک افزایش می یابد. با این حال، PAM می تواند فروپاشی فیزیکی دانه خاک را که ناشی از ضربه قطره آب است کاهش دهد. اثر نسبی PAM با افزایش انرژی جنبشی قطرات آب افزایش می یابد.

شاین برگ و همکاران (1991) با مطالعه بر روی خاکهای شور سدیمی دریافتند که اضافه نمودن PAM به خاک، پایداری خاکدانه ها و سرعت نفوذ آب در سله های خاک را افزایش می دهد. تری ونلسون (1986) با اضافه نمودن 65 کیلوگرم در هکتار پلی اکریل آمید در خاک لوم رسی کشت نشده، متوجه شدند که وزن مخصوص ظاهری سطوح آبیاری شده بصورت بارانی و سیلابی به طور معنی داری از خاک شاهد آبیاری شده بصورت سیلابی، کمتر بود. آنها همچنین اظهار نمودند که پایداری خاکدانه ها، با استفاده از PAM به طور ناگهانی از 17 تا 80 درصد افزایش یافت. والاس و همکاران (1986) دریافتند که پلیمر پلی آنیونی، هم آوری بیشتری در خاکهای آهکی نسبت به خاکهای اسیدی، ایجاد می نماید، درحالیکه در مورد پلیمر پلی کاتیونی نتیجه برعکس می باشد. این نتایج نشان می دهد که نمک ها، ذرات رس را به اندازه کافی به هم نزدیک می کند؛ بنابراین چند تا از آنها می توانند توسط یک پلی آنیون مشابه به هم وصل شوند و بدین ترتیب برای هر خاکدانه، اتصال چندین برابر تقویت می شود.

بن هور (1994) اثر کاربرد PAM و پلی ساکارید (PS) را در کاهش فرسایش و رواناب و افزایش عملکرد محصول در دو خاک لوم سیلنتی و رسی، که تحت آبیاری با MSIS² خطی بودند را، مورد مطالعه قرار داد. وی مشاهده نمود که استفاده از 20 کیلوگرم در هکتار پلی

بسیاری از خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک مستعد فرسایش ناشی از آبیاری هستند. یکی از روش های مبارزه با فرسایش خاک استفاده از تثبیت کننده های خاک مانند پلیمرهای شیمیایی است. در میان پلیمرهای رایج قابل استفاده و مورد مطالعه، پلی اکریل آمید آنیونی، موثرترین نوع در کنترل تشکیل سله و کاهش فرسایش خاک و رواناب بوده و دارای طولانی ترین اثرات باقیمانده در خاک می باشد (شاین برگ و همکاران 1991). مصرف پلی اکریل آمید¹ (PAM) به طور گسترده ای فرسایش ناشی از آبیاری را کاهش می دهد (مالیک و همکاران 1991).

PAM به دو صورت محلول با آب آبیاری و مخلوط آن با خاک سطحی استفاده می شود. استفاده از PAM محلول شده با آب آبیاری با توجه به تحقیقات آسه و همکاران 1998 و سپاسخواه و شهابی زاد (2010) فقط در آب آبیاری که از پلی اکریل آمید در آن استفاده شده بر رواناب و فرسایش خاک تاثیر می گذارد و در آبیاری های بعدی این تاثیر ناچیز یا بدون تاثیر می باشد. ولی مخلوط این ماده با خاک سطحی در طی سالها در خاک باقی می ماند. تجزیه پذیری پلی اکریل آمیدهای آنیونی مخلوط شده با خاک فرآیندی کند و معمولا وقت گیر است و سالانه به طور متوسط 10 درصد تخریب می یابند. اما تجزیه پذیری ترکیبات طبیعی فرآیندی تند و سریع است و حتی مقاوم ترین آنها بعد از سه سال در خاک تقریبا بیش از 90 درصد تخریب می یابند. بنابراین پلی اکریل- آمیدهای آنیونی به دلیل نقش بالای خود در همآوری ذرات ریز خاک می تواند جایگزین مناسبی برای ترکیبات آلی طبیعی در مناطق خشک و نیمه خشک باشند. این مواد طی تجزیه ترکیبات غیر سمی تولید می کنند که هیچ گونه تاثیر سوئی بر محیط زیست ندارد (خای تان و همکاران 2003؛ سوچکا و همکاران 2003). مخلوط این

² . Moving Sprinkler Irrigation Systems

¹ . Polyacrylamide

مخلوط شده در خاک در اراضی شیب دار تا 10 درصد بدست آورده شود.

هدف از این تحقیق تاثیر کاربرد سطوح مختلف PAM در غلظت های صفر، 3، 6 و 9 گرم در کیلوگرم و شیب های 2/5، 5 و 10 درصد زمین با دو آبیاری متوالی در سه تکرار بر روی رواناب، فرسایش خاک و نفوذ آب با استفاده از دستگاه شبیه ساز باران می باشد. در این تحقیق از خاکی با بافت لوم رسی استفاده می شود.

مواد و روش ها

این تحقیق در آزمایشگاه آبیاری دانشکده آب و خاک دانشگاه زابل انجام گرفته است. خاک مورد آزمایش از لایه سطحی (0-20) سانتی متر مزرعه برداشته شد که مشخصات آن در جدول (1) نشان داده شده است. این خاک از زمین های شیب دار که آبیاری بارانی در آن صورت می گیرد انتخاب گردیده است. در زمین های شیب دار هرچه بافت خاک ریزتر باشد مقدار نفوذ کاهش می یابد و رواناب و فرسایش خاک افزایش می یابد. لذا بافت لومی رسی انتخاب شده که خاکی فرسایش پذیر است. لذا ما به دنبال راهکاری موثر، عملی، علمی و قابل اجرا در زمین های کشاورزی بودیم که از خاک در زمین های شیب دار محافظت کند بافت خاک مورد آزمایش لومی رسی می باشد. نمونه های خاک در جعبه هایی به ابعاد 15×15×8 سانتی متر ریخته شد. این آزمایشات در سه شیب 2/5، 5 و 10 درصد انجام گرفت. خاک را قبل از ریختن در جعبه از الک 5 میلی متر عبور داده شد. برای آبیاری از دستگاه شبیه ساز باران و در شرایط آزمایشگاه استفاده می شود. دستگاه شبیه ساز باران (مدل FEL3 RAINFALL SIMULATOR) می باشد. طرح اولیه دستگاه توسط مورین و همکاران (1967) داده شد. این دستگاه طی سالیان متمادی مجهزتر و کاملتر گردید (شکل 1). شدت پخش آب 60 میلی متر در ساعت می باشد. ارتفاع نازل تا سطح خاک 1/8 متر می باشد. هر آبیاری به

اکریل آمید و 40 کیلوگرم در هکتار پلی ساکارید بر روی سطح خاک، قبل از فصل آبیاری رواناب و فرسایش را به طور معنی داری کاهش داده و عملکرد پنبه و سیب زمینی را تحت آبیاری با MSIS افزایش می دهد.

سپاسخواه و بذرافشان جهرمی (2006) نشان دادند کاربرد غلظت های مختلف PAM مخلوط شده با آب آبیاری در اراضی شیب دار، در خاک لومی، رواناب و فرسایش خاک را کاهش می دهد. ابوزریک و همکاران (2007)؛ سپاسخواه و مهدی حسین آبادی (2008) و لتتر و سوچکا (2009) تاثیر PAM در آبیاری جوی پشته ای و آبیاری بارانی با آب غیر شور مورد بررسی قرار دادند که این ماده باعث کاهش رواناب، فرسایش و افزایش نفوذپذیری می شود.

سپاسخواه و شهابی زاد (2010) نشان دادند محلول PAM با آب شرب و فاضلاب در سه بافت خاک لومی شنی، لومی و لومی رسی سیلتی مقدار آستانه رواناب برای شروع فرسایش خاک را بالا برده و مقدار رواناب و فرسایش خاک را کاهش می دهد. وانگ آی پینگ و همکاران (2011) نشان دادند PAM محلول با آب آبیاری رواناب، فرسایش خاک و تلفات مواد مغذی خاک را کاهش می دهد.

مطالعه های زیادی در مورد کاربرد PAM محلول شده با آب آبیاری انجام شده، ولی تحقیقات کمی در مورد کاربرد PAM مخلوط با خاک کشاورزی در زمین های دارای شیب طی چند آبیاری انجام شده است. یکی از مزایای استفاده از آبیاری بارانی، آبیاری زمین های شیب دار تا 10 درصد می باشد، در این زمین ها به دلیل بالا بودن شیب زمین رواناب و فرسایش خاک امری اجتناب ناپذیر می باشد. لذا توجه به کاهش رواناب و فرسایش خاک و افزایش نفوذ آب در زمین های شیب دار امری بسیار مهم می باشد. لذا در این تحقیق سعی شده مقدار رواناب و فرسایش خاک را با استفاده از پلی اکریل آمید

مدت 25 دقیقه طول کشید و برای هر آبیاری 25 میلی متر آب (در واحد سطح) بکار برده شد. انرژی برخورد قطرات آب با سطح خاک با استفاده از معادله ارائه شده توسط Wischmeier and Smith (1978) بدست آمد که مقدار آن برابر با $685 Jm^{-2}$ بود.

که در آن:

i: شدت بارندگی (mm/h)

E_u : انرژی جنبشی به واحد ارتفاع بارندگی بر حسب $(J/mm m^2)$

$$E_u = 11.88 + 8.73 \log i$$


شکل 1- دستگاه شبیه ساز باران مدل FEL3

جدول 1- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

درصد ماده آلی	SAR	dsm^{-1}	EC	pH	Pb gr/cm ³	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	بافت خاک
2/1	2/55	0/89	8/4	1/25	22/2	47/8	30	لومی رسی	

ریخته شدن خاک در جعبه ها سطح خاک تسطیح و خاک کمی فشرده شد. سپس جعبه ها در شیب های مختلف و غلظت های مختلف پلی اکریل آمید با دستگاه شبیه ساز باران آبیاری گردید.

رواناب حاوی ذرات فرسایش یافته از انتهای جعبه خاک توسط قیف جمع آوری می شود. برای اندازه گیری سرعت نفوذ نهایی در فواصل مختلف زمانی مقدار حجم آب خروجی توسط استوانه مدرج اندازه گیری شد. حال با داشتن دبی رواناب در زمان های مختلف و تقسیم آن بر مساحت نمونه خاک، دبی در واحد سطح با واحد سرعت بدست می آید. با فرض ناچیز بودن مقدار

قبل از شروع هر آزمایش نمونه ای از خاک برداشته و رطوبت اولیه آن اندازه گیری شد. بعد از هر آبیاری به خاک اجازه داده می شود تا خشک شود و به رطوبت اولیه قبل از آبیاری برسد و سپس آبیاری دوم را انجام گرفت. دامنه تغییرات رطوبت وزنی برای آزمایشهای مختلف 17/1 تا 19/4 درصد بود.

آنیون های دانه ای خشک PAM دارای اندازه ذرات 2- 0/8 میلی متر و چگالی جرمی 620 گرم بر لیتر و انحراف معیار 40 استفاده شد. قبل از ریخته شدن خاک در جعبه های مورد نظر، پلی اکریل آمید با غلظت های 0، 3، 6 و 9 گرم در کیلوگرم با خاک مخلوط گردید. بعد از

اختلاف معنی داری ندارند ولی نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی داری مشاهده شده است. در آبیاری دوم در سه شیب 2/5، 5 و 10 درصد، پلی اکریل آمید با غلظت های 3، 6 و 9 گرم در کیلوگرم نسبت به آبیاری اول اختلاف معنی داری داشته و کاهش در مقدار رواناب مشاهده شده است. در شیب 5 درصد در آبیاری دوم بیشترین کاهش رواناب در این آبیاری مربوط به غلظت 6 و 9 گرم در کیلوگرم بمیزان 74 درصد می باشد.

در آبیاری دوم رواناب بدون استفاده از پلی اکریل آمید (در تیمار شاهد) افزایش یافته است که دلیل آن ایجاد سله در سطح خاک از آبیاری اول می باشد. با مخلوط این ماده در خاک مشاهده شده که این پلیمرها مقاومت خاک را نسبت به تشکیل سله افزایش می دهد و خاکدانه ها را در سطح خاک پایدار نموده و آنها را به هم می چسباند (شاین برگ و همکاران 1990). رواناب در آبیاری دوم بمراتب کمتر از آبیاری اول می باشد و اختلاف معنی داری نسبت به آبیاری اول دارند. در زمان انجام آزمایشات مشاهده شده در آبیاری دوم رواناب حاصل از آبیاری بمراتب کمتر، روشنتر و شفافتر از آبیاری اول می باشد. بطور کلی با افزایش غلظت پلی اکریل آمید رواناب کاهش می یابد که با گزارش (Lentz et al., 1995) مطابق است.

نگهداشت سطحی، با کم کردن این مقدار از شدت پاشش، سرعت نفوذ در زمان های مختلف بدست آمد. سرعت نفوذ اندازه گیری شده در انتهای هر آبیاری به عنوان سرعت نفوذ نهایی آن آبیاری در نظر گرفته شد. حجم آب خروجی از جعبه ها (رواناب) درون آن به مدت 24 ساعت قرار می گیرد آب آن تبخیر شده و مقدار خاک آن باقی می ماند که برابر با فرسایش خاک خواهد بود (Sepaskhah and Shahabizad 2010). تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

1- رواناب

نتایج نشان می دهد با استفاده از پلی اکریل آمید مخلوط شده در خاک در غلظت های مختلف و آبیاری های مختلف رواناب، کاهش می یابد (جدول 3). در شیب 2/5 و 5 درصد غلظت 6 و 9 گرم در کیلوگرم نسبت به هم اختلاف معنی داری ندارند ولی نسبت به شاهد اختلاف معنی داری دارند. این غلظت ها در آبیاری دوم نیز باهم اختلاف معنی داری ندارند ولی نسبت به آبیاری اول اختلاف معنی دار دارد. در شیب 10 درصد و در آبیاری اول پلی اکریل آمید با غلظت های 3 و 6 نسبت به هم

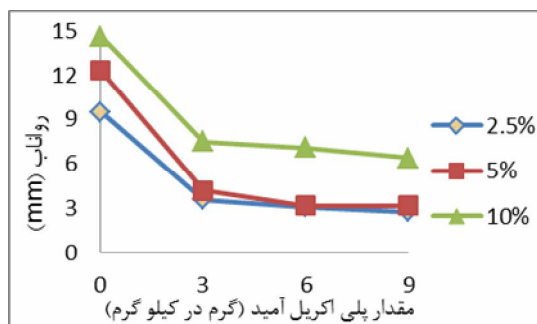
جدول 3- مقادیر رواناب (mm) با غلظت های مختلف پلی اکریل آمید و در آبیاری ها و شیب های مختلف خاک

غلظت پلی اکریل آمید gr/kg				شیب	آبیاری
9	6	3	0		
lmk4/7	lm4/5	jk5/4	fe*8	2/5	اول
lkm4/8	lk5/1	ji6	c9/5	5	
de8/6	dc9	dc9/2	b12/1	10	
o2/8	o3/1	on3/6	c9/5	2/5	دوم
o3/2	o3/2	nm4/2	b12/3	5	
hi6/4	hg7/1	fg7/5	a14/6	10	

*. در هر آبیاری میانگین هایی که دارای حرف مشابه هستند در سطح 5% طبق آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.



شکل 3. مقدار رواناب (mm) برای مقادیر مختلف پلی اکریل آمید در آبیاری اول و شیب‌های مختلف خاک



شکل 2. مقدار رواناب (mm) برای مقادیر مختلف پلی اکریل آمید در آبیاری دوم و شیب‌های مختلف خاک

اول کاهش بیشتری مشاهده می شود (جدول 4).

1- فرسایش خاک

فرسایش خاک با افزایش غلظت پلی اکریل آمید کاهش یافته است که در آبیاری دوم نسبت به آبیاری

جدول 4- مقدار فرسایش خاک (گرم) برای غلظت‌های مختلف پلی اکریل آمید در آبیاری‌ها و شیب‌های مختلف خاک

غلظت پلی اکریل آمید gr/kg				شیب	آبیاری
9	6	3	0		
0/4hg	0/5fhg	0/65fhg	1/1e*	2/5	
0/6fgh	0/6feg	0/8feg	1/8d	5	اول
0/9ef	1/5d	1/8d	3/3b	10	
0/25h	0/3h	0/45hg	1/6d	2/5	
0/45hg	0/5fhg	0/6fhg	2/3c	5	دوم
0/55fhg	0/6fhg	0/8feg	4/7a	10	

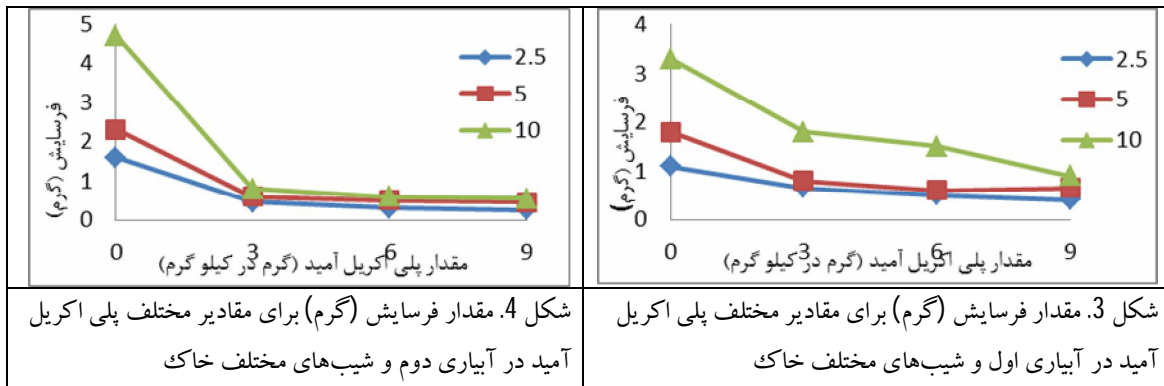
*. در هر آبیاری میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه هستند در سطح 5% طبق آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

نسبت به بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشته و فرسایش خاک با تیمار شاهد 72/7 درصد کاهش یافته است. در آبیاری دوم و در تیمار شاهد فرسایش خاک افزایش یافته است. در آبیاری دوم در شیب 5 درصد با غلظت پلی‌اکریل‌آمید با غلظت 3 و 6 گرم در کیلوگرم فرسایش خاک را نسبت به شاهد 73/9 و 78/3 درصد کاهش یافته است که این کاهش فرسایش در غلظت 9

در آبیاری اول در شیب 2/5 با غلظت 3 و 6 گرم در کیلوگرم نسبت به هم اختلاف معنی داری ندارند ولی نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی دار دارند و بترتیب بمیزان 41 و 54 درصد فرسایش خاک را کاهش می دهد. در آبیاری اول و شیب 10 درصد پلی اکریل آمید با غلظت 3 و 6 گرم در کیلوگرم نسبت به هم اختلاف معنی‌داری ندارند ولی پلی اکریل آمید با غلظت 9 گرم در کیلوگرم

فرسایش خاک هم کاهش می یابد. در آبیاری دوم این کاهش فرسایش بیشتر از آبیاری اول می باشد

گرم در کیلوگرم برابر 80 درصد می باشد. فرسایش خاک با رواناب رابطه مستقیم دارد. با کاهش رواناب مقدار



شکل 4. مقدار فرسایش (گرم) برای مقادیر مختلف پلی اکریل آمید در آبیاری دوم و شیب‌های مختلف خاک

شکل 3. مقدار فرسایش (گرم) برای مقادیر مختلف پلی اکریل آمید در آبیاری اول و شیب‌های مختلف خاک

نفوذ نهایی در سه شیب 2/5، 5 و 10 درصد نسبت به آبیاری اول کاهش یافته است که دلیل آن تشکیل سله بر روی سطح خاک در آبیاری اول می باشد. کاهش مقدار رواناب باعث افزایش سرعت نفوذ آب در خاک می شود. سرعت نفوذ نهایی آب در خاک افزایش پیدا کرد که با گزارش (McElhiney and Osterli 1996) مطابقت دارد.

1- سرعت نفوذ نهایی

در آبیاری‌های مختلف سرعت نفوذ نهایی آب در خاک با افزایش غلظت پلی اکریل آمید در خاک افزایش می یابد. افزایش سرعت نفوذ در آبیاری دوم در تمام تیمارها بیشتر از آبیاری اول می باشد و اختلاف معنی داری نسبت به هم دارند (جدول 5). در آبیاری دوم در تیمار شاهد که از پلی اکریل آمید استفاده نشده سرعت

جدول 5- سرعت نفوذ نهایی (میلی متر در ساعت) در غلظت‌های مختلف پلی اکریل آمید در آبیاری‌ها و شیب‌های مختلف خاک

غلظت پلی اکریل آمید gr/kg				شیب	آبیاری
9	6	3	0		
32/1f	30h	29/4i	25/4m*	2/5	اول
28/4j	25/1n	26/5l	22/1r	5	
23q	23/4p	22s	19/3v	10	
38/3b	39a	33/3d	20/7t	2/5	دوم
33/5c	33e	31/6g	19/6u	5	
28/4j	27/3k	25o	15/8w	10	

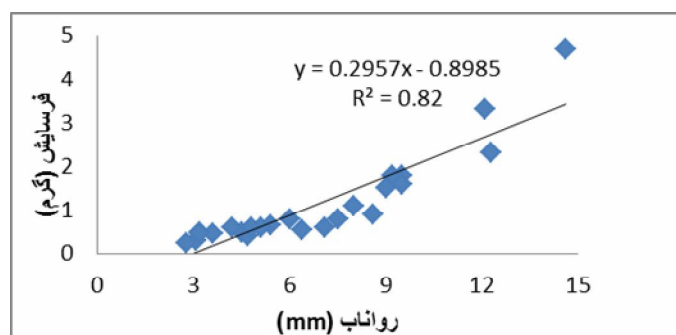
*. در هر آبیاری میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه هستند در سطح 5% طبق آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

1- روابط بین فرسایش و رواناب

خاک از رواناب برای خاک لومی رسی در این تحقیق 3/04 میلی متر به دست آمد. بعبارت دیگر وقتی رواناب بیشتر از 3/04 میلی متر باشد فرسایش خاک شروع می شود و وقتی مقدار رواناب کمتر از این مقدار باشد فرسایش خاک از سطح خاک صورت نمی پذیرد (شکل 5).

$$E_{r0} = 0.29 (R_0 - 3.04) \quad (1)$$

روابط بین رواناب و فرسایش خاک برای خاک لومی رسی بصورت معادله (1) بدست آمده است. این رابطه از غلظت های مختلف PAM در شیب ها و آبیاری های مختلف بدست آمد. معادله بدست آمده بصورت خطی می باشد که با مطالعات سپاسخواه و بذرافشان چهرمی (2006) مطابقت دارد. مقدار حد آستانه شروع فرسایش



شکل 5. رابطه بین رواناب و فرسایش خاک

فرسایش و رواناب ت از عوامل مهم در ایجاد رواناب می باشد. و مواد آلی موجود در سطح خاک را از بین می برد. با افزایش غلظت پلی اکریل آمید رواناب و فرسایش خاک کاهش می یابد و سرعت نفوذ نهایی افزایش می یابد. کاهش رواناب و فرسایش در آبیاری دوم بیشتر از آبیاری اول می باشد و نسبت به هم اختلاف معنی داری دارند. رواناب حاصل در آبیاری دوم از آبیاری اول بسیار کمتر، روشنتر و شفافتر مشاهده شد که نشان می دهند پلی اکریل آمید در آبیاری های بعدی ساختمان خاک را پایدار نگه داشته و در حفاظت آب و خاک در اراضی شیب دار موثر می باشد. با افزایش غلظت پلی اکریل آمید زمان شروع رواناب افزایش می یابد. با استفاده از پلی-اکریل آمید در سرعت نفوذ نهایی افزایش مشاهده شده است. این افزایش سرعت در شیب ها و غلظت های مختلف در آبیاری دوم بیشتر از آبیاری اول می باشد.

2- مدل تجربی برای ارزیابی رواناب و فرسایش خاک

با استفاده از رگرسیون (همبستگی) چندگانه بین رواناب و فرسایش خاک با تعداد آبیاری ها، شیب ها و غلظت های مختلف پلی اکریل آمید روابط تجربی زیر بدست آمده است:

رابطه بین رواناب در دو فاش آبیاری:

$$R_0 = 2.056S - 1.84C - 0.783I + 8.512$$

$$(2) R^2 = 0.71, SE = 1.85, n = 24, P = 1.09 \times 10^{-5}$$

رابطه بین فرسایش در دو آبیاری:

$$E_{r0} = 0.556S - 0.6C - 0.071I + 1.62$$

$$(3) R^2 = 0.61, SE = 0.705, n = 24, P = 0.0002$$

E_{r0} فرسایش خاک، R_0 رواناب، S شیب، C غلظت پلی

اکریل آمید، I دفعات آبیاری، R^2 ضریب همبستگی، SE

خطای استاندارد و n تعداد نمونه ها می باشند.

معادلات (2) و (3) نشان می دهد که با تکرار دفعات آبیاری فرسایش و رواناب کاهش می یابد و شیب بر

فهرست منابع

1. ارشم، ع.، آخوند علی، ع.م.، بهنیا، عبدالکریم. 1388. بررسی اثر رطوبت قبلی خاک بر مقادیر رواناب و رسوب با استفاده از باران شبیه سازی شده. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد 16. شماره 4. ص 445-455
2. یوسفی فرد، م.، جلالیان، ا.، خادمی، ح. 1386. تخمین هدرفت خاک و عناصر غذایی در اثر تغییر کاربری اراضی با استفاده از باران ساز مصنوعی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 40، ص 93-106.
3. Aase, J.K., Bjerneberg, D.L. and Sojka, R.E. 1998. Sprinkler irrigation runoff and erosion control with polyacrylamide- Laboratory test. Soil Science Society of America Journal, 62: 1681-1687.
4. Abu-Zreig, M., Al-Sharif, M. and Amayreh, J. 2007. Erosion control of arid land in Jordan with two anionic polyacrylamides. Arid Land Research Management, 21: 315-328.
5. Ai-ping, W., Fa-Hu, L. and Sheng-Min, Y. (2011). Effect of polyacrylamide application on runoff, erosion, and soil nutrient loss under simulated rainfall. Soil Science Society of china Journal, 21(5): 628-638.
6. Ben-Hur, M. 1994. Runoff, erosion, and polymer application in moving – sprinkler irrigation. Soil Science Society of America Journal, 158: 283-290.
7. Khaitan, S., L. E. Erickson, S. L. Hutchinson and R. Karthikeyan. (2003). "Biodegradation of Petroleum Hydrocarbones in a Soil Containing Polyacrylamide". Proceedings, Biochemical Engineering Symposium, Iowa State University.
8. Lentz, R. D., Stieber, T. D., & Sojka, R. E. (1995). Applying polyacrylamide to reduce erosion and increase infiltration under furrow irrigation. In Proceeding of the winter commodity schools, Vol. 27 (pp. 79e82). University of Idaho Cooperative Extension System.
9. Lentz, R.D. and Sojka, R.E. 2009. Long-term polyacrylamide formulation effects on soil erosion, water infiltration, and yields of furrow-irrigated crops. Agronomy Journal, 101: 305-314.
10. Levin, J.M., Ben-Hur, M. Gal, M. and Levy, G.J. 1991. Rain energy and soil amendments effects on infiltration and erosion of three different soil types. Australian Journal of Soil Research, 29: 455-465.
11. Malik, M., Nadler, A. and Letey, J. 1991. Mobility of polyacrylamide and polysaccharide polymers through soil materials. Soil Technology, 4: 255-263.
12. McElhiney, M. and Osterli, P. 1996. Anintegrated approach for water quality: The PAM connection-West Stanislaus HUA, CA. In R. E. Sojka, & R. D. Lentz (Eds.), Proc.: Managing irrigation-induced erosion and infiltration with polyacrylamide (pp. 27-30). Twin Falls, ID: University of Idaho, Misc. Publ. 101-96.
13. Morin, J., Goldberg, D. and Seginer, I. 1967. A rainfall simulator with a rotating disk. Transactions of the ASAE, 10: 74-79.

14. Sepaskhah, A. R. and Bazrafshan-Jahromi, A. R. 2006. Controlling runoff and erosion in sloping land with polyacrylamide under a rainfall simulator. *Biosystems Engineering*, 93: 469-474.
15. Sepaskhah, A. R. and Mahdi-Hosseinabadi, Z. 2008. Effect of polyacrylamide on the erodibility factor of a loam soil. *Biosystems Engineering*, 99: 598-603.
16. Sepaskhah, A.R. and Shahabizad, V. 2010. Effects of water quality and PAM application rate on the control of soil erosion, water infiltration and runoff for different soil textures measured in a rainfall simulator. *biosystems engineering*, 106: 513-520.
17. Shainberg, I. and ,G.J. Levy, P. Rengasamy, & H. Frenkel. 1991. Aggregate stability and seal formation as affected by drops impact energy and soil amendments. *Soil Sci. Soc. Am. J.*154: 113-118.
18. Smith, H., Levy, G.J. and Shainberg, I. 1990. Water-drop energy and soil amendments: effect on infiltration and erosion. *Soil Science Society of America Journal*, 54: 1084-1087.
19. Sojka, R. E., J. A. Entry., W. J. Orts. 2003. "Synthetic and Bio-polymer used for runoff quality management in irrigated agriculture". *Diffuse pollution conference Dublin*.
20. Terry, R. E. & S. D. Nelson. 1986. Effects of polyacrylamide and irrigation method on soil physical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*141:317- 320.
21. Wallace, A.,G.A.Wallace, & A.M.Abouzamzam.1986. Amelioration of sodic soils with polymers . *Soil Sci. Soc. Am. J.*141: 359-362.